

Výběr mezi různými typy disponibilních šroubů a matic se obvykle provádí na základě těchto faktorů:

## Výběr šroubu

### Pracovní prostředí

V pracovním prostředí, v němž se nevyskytují specifická oxidační nebo korozivní činidla, lze použít šrouby z oceli C45. Tam, kde není splněna výše uvedená podmínka, doporučujeme použít nerezové šrouby z oceli Inox A2 nebo šrouby z oceli Inox A4, které jsou vhodné především v těchto případech:

- s relativní vlhkostí vyšší než 70/80%.
- ponořené ve vodě, a to i v mořské vodě.
- při výskytu specifických korozivních činidel, jako např. chloridů. V případě silně korozivních činidel kontaktujte přímo naše technické oddělení.
- tam, kde vzhledem ke specifickým konstrukčním požadavkům není žádoucí oxidace jednotlivých dílů, například v potravinářském průmyslu, se šrouby používají ve spojení s maticemi HDA.
- kde šrouby nejsou přístupné pro účely mazání. Zejména spárované s maticemi ze samomazného plastu pro „bezúdržbové“ montáže.
- tam, kde je provozní teplota spíše vyšší, neboť oceli Inox A2 a Inox A4 mají vyšší „teplotu strusky“, což je způsobeno austenitickou strukturou materiálu, a to i při teplotě okolního prostředí.

### Přesnost polohování

U polohovacích šroubů je nutné mít pod kontrolou chybu v rozteči šroubu.

Zákazníkům poskytujeme šrouby s třídami přesnosti 50 (50  $\mu\text{m}/300\text{ mm}$ ), 100 (100  $\mu\text{m}/300\text{ mm}$ ) a šrouby třídy 200 (200  $\mu\text{m}/300\text{ mm}$ ) jak z oceli C45, tak z oceli Inox A2.

Pro standardní šnekové dopravníky lze použít šrouby třídy 200.

### Nevratnost

Zcela ireverzibilní (nevratné) jsou trapézové šrouby s úhlem šroubovice < 2° 30'.

Ve všech ostatních případech je možný přenos kroutícího momentu na hnací ústrojí, je-li šroub pevně uložen, a zatížení je přenášeno na matici (především při výskytu vibrací). Vysoké míry nevratnosti/ireverzibility se dosahuje až do 5 nebo 6 stupňů.

## Výběr matice

### Pracovní prostředí

Materiály používané k výrobě matic, dodávaných našim zákazníkům, a to jak bronz, tak nerezová ocel Inox 303, jsou dostatečně odolné vůči běžným oxidačním činidlům, které se vyskytují při různých způsobech použití trapézových šroubů/matic. V případě silně korozivních činidel kontaktujte přímo naše technické oddělení.

**Pro aplikace, u nichž není přípustné použití přídavného maziva (tuku nebo oleje) doporučujeme použít rapézové matice ze samomazného plastového materiálu.**

Použití plastových materiálů je velmi úzce spojeno s reálnými provozními podmínkami, proto je nutné problém konzultovat s našim technickým oddělením a nespolehat se pouze na intuitivní výběr. To je dáno tím, že plasty často mají vynikající samomazné vlastnosti, ale současně mají určitá omezení týkající se pracovní teploty nebo problémů s hygroskopičností či některých mechanických vlastností, jež nemusí být vhodné pro daný způsob použití. Předběžná analýza možného způsobu použití je tedy v těchto případech nezbytná, chcete-li dosáhnout kvalitních a uspokojivých výsledků.

Stanovení správných rozměrů páru, sestávajícího z trapézového šroubu a trapézové matice, se provádí s přihlédnutím k těmto třem aspektům:

1. dimenzování na opotřebení
2. dimenzování na kritické namáhání na ohyb
3. dimenzování na kritické rychlosti

Aby pár trapézového šroubu a matice zajišťoval požadovanou funkčnost, musí být správně nadimenzován na všechny tři předešlé body.

## Dimenzování na opotřebení

Pár trapézový šroub/trapéžová matice je systém, který se používá již dlouhou dobu v mnoha různých aplikacích k přeměně rotačního pohybu na pohyb lineární. Celková síla působící na šroub ( $P_t$ ) je dána využitelnou silou ( $P_u$ ), která působí na matici. Vztah  $P_u/P_t = \eta$  definuje účinnost systému, která závisí hlavně na koeficientu tření mezi dosedacími plochami šroubu a matice, a na úhlu sklonu šroubovice závitů. Při výskytu kluzného tření tedy máme část síly, která se při každém pohybu přeměňuje na teplo. Právě díky zkoumání tohoto kluzného tření je možné stanovit parametry, které umožní správnou funkčnost spojení šroubu a matice. Sledovaným kritériem je omezení tlaku dosedací plochy na bok závitů tak, aby bylo zajištěno plynulé kluzné tření mezi dvěma plochami, a aby se předešlo tření, které by mohlo narušit materiál trapézové matice. Je omezen rovněž výsledek  $p \cdot V_{st}$  ( $p$  = tlak dosedací plochy/povrchový tlak a  $V_{st}$  = rychlost klouzání na střední průměr závitů) tak, aby se omezila síla, která se přeměňuje na teplo. To umožňuje udržet teplotu dosedacích ploch na přijatelné úrovni. Toto omezení je důležité, neboť při použití bronzových matic je nutné nepoškodit mazivo, zatímco při použití matic ze samomazných plastových materiálů, do nichž se nepřidává žádný další olej či tuk, je třeba kontrolovat teplotu, protože při vyšších teplotách je přípustná hodnota  $p \cdot V_{st}$  nižší.

## Výpočet tlaku dosedací plochy "p"

Tlak dosedací plochy „p“ se vypočte pomocí tohoto vzorce:

$$(1) \quad p = \frac{F}{A_t} \quad \begin{array}{l} F = \text{Axiální síla [N]} \\ A_t = \text{Celková dosedací plocha mezi ozuby šroubu a ozuby matice na ploše kolmé k ose [mm}^2\text{]} \end{array}$$

$$(2) \quad A_t = \pi \cdot d_m \cdot Z \cdot H_1 \quad \begin{array}{l} d_m = \text{střední průměr závitů [mm]} \\ H_1 = \text{radiální rozměr dosedací plochy mezi} \\ \quad \text{šroubovým ozubem a maticovým ozubem [mm]} \\ Z = \text{počet do sebe zapadajících zubů} \end{array} \quad Z = \frac{h \text{ matice [mm]}}{\left( \frac{\text{ucinna roztec [mm]} }{\text{pocet chodu zavitu}} \right)}$$

Pro standardní matice jsme v tabulkách uvedli hodnotu  $A_t$  pro každý jednotlivý typ trapézové matice.

## Výpočet rychlosti klouzání "Vst"

Rychlost klouzání lze vypočítat pomocí jednoho z těchto dvou vzorců:

máme-li již definováno, při jakém počtu otáček za minutu se má šroub otáčet:

$$(3) \quad V_{st} = \frac{n \cdot P}{1000 \cdot \sin \alpha} \quad \begin{array}{l} n = \text{počet otáček šroubu za minutu} \frac{[\text{otáčky}]}{\text{min.}} \\ P = \text{stoupání závitů [mm]} \\ \alpha = \text{úhel sklonu šroubovice závitů} \end{array}$$

máme-li již definováno, při jaké rychlosti posuvu se má matice posouvat:

$$(4) \quad V_{st} = \frac{V_{tr}}{\sin \alpha} \quad \begin{array}{l} V_{st} = \text{rychlost klouzání na střední průměr [m/min]} \\ V_{tr} = \text{rychlost posuvu [m/min]} \\ \alpha = \text{úhel sklonu šroubovice závitů} \end{array}$$

připomínáme, že počet otáček šroubu za minutu a rychlost posuvu jsou dány vztahem:

$$(5) \quad n = \frac{1000 \cdot V_{st}}{P} \quad \begin{array}{l} n = \text{počet otáček za minutu} \\ V_{tr} = \text{rychlost posuvu [m/min]} \\ P = \text{stoupání závitů [mm]} \end{array}$$

Účinností se rozumí schopnost systému šroub/matice přeměňovat rotační pohyb na pohyb lineární. Tento parametr umožňuje posoudit, jaká část energie při otáčení se přeměňuje na energii užitečnou pro lineární posuv, tj. kolik energie se disipuje na teplo.

Lze ji spočítat pomocí tohoto vzorce (9):

$$\eta = \frac{1 - f \cdot \operatorname{tg}\alpha}{1 + \frac{f}{\operatorname{tg}\alpha}}$$

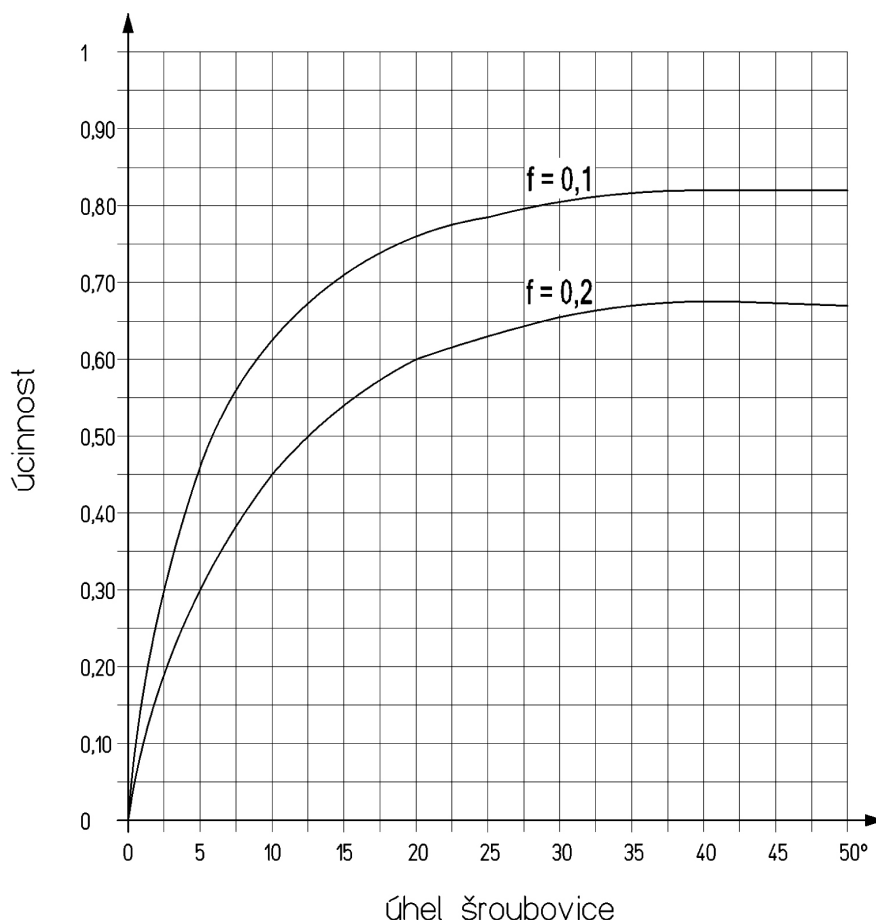
$\eta$  = účinnost

$f$  = dynamický koeficient tření mezi materiálem šroubu a materiálem matice

$\alpha$  = úhel sklonu šroubovice závitu

Číselné hodnoty účinností pro všechny mezní parametry jsou uvedeny v tabulce „Technické údaje týkající se šroubů“ na straně 48

Graf č.8: Účinnost



Graf č. 8 ukazuje, že účinnost je tím vyšší, čím vyšší je úhel šroubovice závitu šroubu, a pro disipaci menšího množství energie na teplo doporučujeme použít šrouby s co nejvyšším úhlem sklonu šroubovice podle typu použití (pozor na nevratnost systému). Účinnost je nepřímo úměrná také dynamickému koeficientu tření, tj. při použití materiálů s nižším koeficientem tření se sníží plýtvání energií. Právě z těchto důvodů vyrábíme přesné válcované trapézové šrouby s velmi nízkým stupněm drsnosti na boční straně ozubu, vždy nižším než 1 μm Ra (obvykle 0,2 ÷ 0,7 μm). Kromě toho jsme vyrobili přírubové matice s plastového materiálu, který je vysoce odolný vůči opotřebení a samomazný, a garantuje velmi nízké hodnoty koeficientu tření bez nutnosti mazání. Dynamický koeficient tření,  $f \cong 0,1$ , při prvním rozpojení  $\cong 0,15$ .

Kroučící moment nutný k uvedení systému šroub/matice do pohybu, se vypočte s pomocí této rovnice (10):

$$M_k = \frac{F \cdot P}{2000 \cdot \pi \cdot \eta}$$

$M_k$  = kroučící moment (input) [N·m]  
 $F$  = Axiální síla působící na matici [N]  $P$  = stoupání závitu [mm]  
 $\eta$  = účinnost (uvažujeme účinnost při koeficientu tření při prvním rozpojení  $f=0,2$ . Tabulka na str. 75)

## Příklad výpočtu:

Je třeba stanovit kroučící moment nutný pro pohyb šroubu Tr 30×6 ve spojení s maticí HCL Tr 30×6 P1 dx (s pravým stoupáním závitu).

Axiální síla k překonání odporu = 10.000 N Stoupání šroubovice = 6 mm

$$\eta = 0,26$$

$$\text{Kroučící moment} = \frac{F \cdot P}{2000 \cdot \pi \cdot \eta} = \frac{10.000 \text{ [N]} \cdot 6 \text{ [mm]}}{2000 \cdot \pi \cdot 0,26} = 36,7 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Tato hodnota kroučícího momentu nepočítá s výkonem pohyblivých orgánů, které se pohybují spolu se šroubem, jako např. ložisek, řemenů nebo jiných hnacích ústrojí. Při projektování je třeba počítat s navýšením o 20/30 % oproti teoretické hodnotě. Při použití elektromotorů s nízkým záběrným momentem je třeba počítat s navýšením o 50% pro získání jmenovitého momentu.

$$M_k = 36,7 \text{ [N} \cdot \text{m]} \cdot 1,3 \cdot 1,5 \cdot 71,6 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

## Výkon

Výkon nutný k uvedení systému trapézový šroub/trapézová matice do pohybu, se vypočte s pomocí této rovnice (11):

$$P_t = \frac{M_k \cdot n}{9550}$$

$P_t$  = výkon [kW]  
 $M_k$  = kroučící moment [N·m]  
 $n$  = počet otáček za minutu

## Příklad výpočtu:

Vypočteme výkon nutný k uvedení šroubu Tr 30×6 z předchozího příkladu do pohybu, při 600 ot/min.

$$P_t = \frac{M_k \cdot n}{9550} = \frac{71,6 \text{ [N} \cdot \text{m]} \cdot 600 \text{ [otáčky/min]}}{9550} \cong 4,5 \text{ kW}$$

Tento výkon je minimální potřebný užitečný výkon.